

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-297473

(43) 公開日 平成11年(1999)10月29日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 5 B 33/14

H 0 5 B 33/14

B

C 0 9 K 11/00

C 0 9 K 11/00

A

11/06

6 1 0

11/06

6 1 0

6 2 0

6 2 0

6 2 5

6 2 5

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-104564

(22) 出願日

平成10年(1998)4月15日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 東口 達

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 小田 敦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 石川 仁志

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 稲垣 清

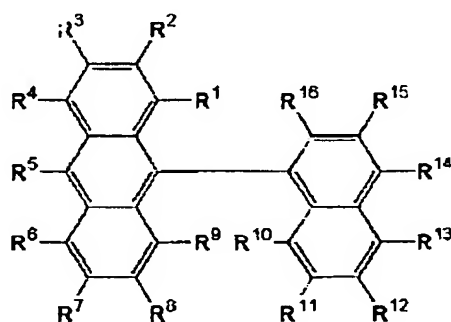
(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】

【課題】 高輝度な有機EL素子を提供する。

【解決手段】 有機EL素子の構成材料として、下記一般式(1)(式中、R¹~R¹⁶は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、又は、カルボキシ基を表す。R¹~R¹⁶は、それらの内の2つで環を形成していてもよい。)で表される特定のナフチルアントラセン化合物を用いる。

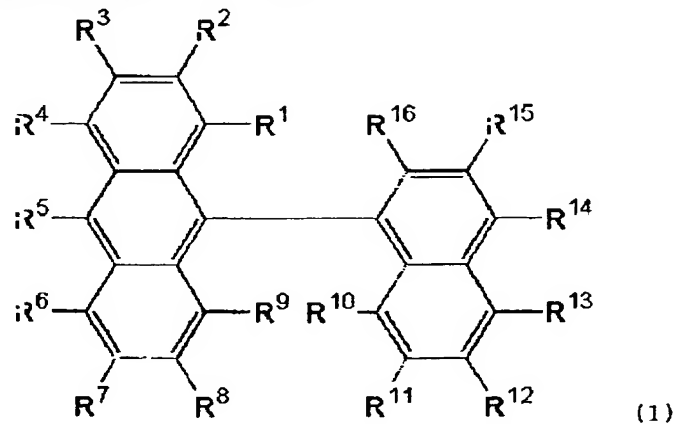
【化1】



(1)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 陽極と陰極間に発光層を含む一層又は複数層の有機薄膜層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記有機薄膜層の少なくとも一層が、



(式中、 $R^1 \sim R^{16}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニ

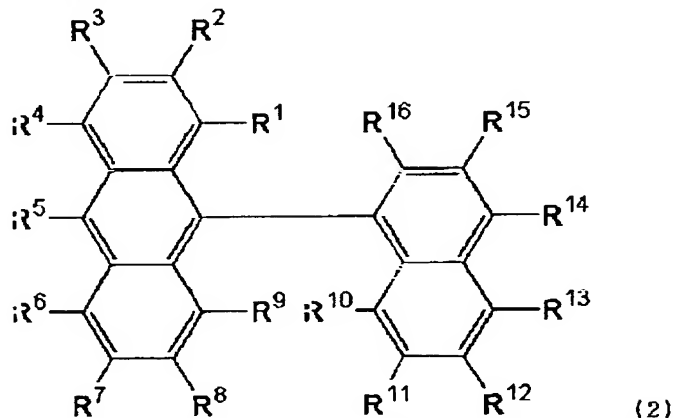
下記一般式(1)で示される化合物を単独又は混合物で含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化1】

ル基、又は、カルボキシル基を表す。 $R^1 \sim R^{16}$ は、それらの内の2つで環を形成していてもよい。)

【請求項2】 陽極と陰極間に発光層を含む一層又は複数層の有機薄膜層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記有機薄膜層の少なくとも一層が、下記一般式(2)で示される化合物を単独又は混合物で含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化2】



(式中、 $R^1 \sim R^{16}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、又は、カルボキシル基を表す。 $R^1 \sim R^{16}$ は、それらの内の2つで環を形成していてもよい。ただし、 $R^1 \sim R^{16}$ の内の少なくとも一つは、 $-NAr^1Ar^2$ (Ar^1 , Ar^2 はそれぞれ独立に置換若しくは無置換の炭素

数6～20のアリール基を表す。)で表されるジアリールアミノ基である。

【請求項3】 一般式(2)で示される化合物において、少なくとも一つの $-NAr^1Ar^2$ 基中の Ar^1 , Ar^2 基の少なくとも一つがスチリル基を置換基として持つ請求項2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項4】 前記有機薄膜層のうち発光層が一般式(1)で表される化合物を単独又は混合物で含む請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項5】 前記有機薄膜層のうち発光層が一般式(2)で表される化合物を単独又は混合物で含む請求項2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項6】 前記有機薄膜層のうち発光層が、一般式

(2)で表される化合物の内、少なくとも一つの $-NAr^1Ar^2$ 基中の Ar^1 、 Ar^2 基の少なくとも一つがスチリル基を置換基として持つ化合物を単独又は混合物で含む請求項3に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項7】 前記有機薄膜層として少なくとも正孔輸送層を有し、この正孔輸送層が一般式(1)で表される化合物を単独又は混合物で含む請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項8】 前記有機薄膜層として少なくとも正孔輸送層を有し、この正孔輸送層が一般式(2)で表される化合物を単独又は混合物で含む請求項2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項9】 前記有機薄膜層として少なくとも正孔輸送層を有し、この正孔輸送層が、一般式(2)で表される化合物の内、少なくとも一つの $-NAr^1Ar^2$ 基中の Ar^1 、 Ar^2 基の少なくとも一つがスチリル基を置換基として持つ化合物を単独又は混合物で含む請求項3に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項10】 前記有機薄膜層として少なくとも電子輸送層を有し、この電子輸送層が一般式(1)で表される化合物を単独又は混合物で含む請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項11】 前記有機薄膜層として少なくとも電子輸送層を有し、この電子輸送層が一般式(2)で表される化合物を単独又は混合物で含む請求項2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項12】 前記有機薄膜層として少なくとも電子輸送層を有し、この電子輸送層が、一般式(2)で表される化合物の内、少なくとも一つの $-NAr^1Ar^2$ 基中の Ar^1 、 Ar^2 基の少なくとも一つがスチリル基を置換基として持つ化合物を単独又は混合物で含む請求項3に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光特性に優れた有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

【0002】

【従来の技術】有機エレクトロルミネッセンス(EL)素子は、電界を印加することにより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子との再結合エネルギーによって蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。イーストマン・コダック社のC. W. Tangらによる積層型素子による低電圧駆動有機EL素子の報告(C. W. Tang, S. A. VanSlyke, Applied Physics Letters, 51巻, 913頁, 1987年など)がなされて以来、有機材料を構成材料とする有機EL素子に関する研究が盛んに行われている。Tangらは、トリス(8-ヒドロキシキノリノールアルミニウム)を発光層に、トリフェニルジアミン誘導体を正孔輸送層に用いている。

積層構造の利点としては、発光層への正孔の注入効率を高めること、陰極より注入された電子をブロックして再結合により生成する励起子の生成効率を高めること、発光層内で生成した励起子を閉じこめることなどが挙げられる。この例のように、有機EL素子の素子構造としては、正孔輸送(注入)層、電子輸送性発光層の2層型、又は正孔輸送(注入)層、発光層、電子輸送(注入)層の3層型等がよく知られている。こうした積層型構造素子では、注入された正孔と電子との再結合効率を高めるため、素子構造や形成方法の工夫がなされている。

【0003】正孔輸送性材料としてはスターバースト分子である4, 4', 4"-トリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミンやN, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン等のトリフェニルアミン誘導体や芳香族ジアミン誘導体がよく知られている(例えば、特開平8-20771号公報、特開平8-40995号公報、特開平8-40997号公報、公報特開平8-543397号公報、特開平8-87122号公報等)。電子輸送性材料としてはオキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体等がよく知られている。

【0004】また、発光材料としてはトリス(8-キノリノラート)アルミニウム錯体等のキレート錯体、クマリン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ビスチリルアリーレン誘導体、オキサジアゾール誘導体等の発光材料が知られ、それらの発光色も青色から赤色までの可視領域の発光が得られることが報告されており、カラー表示素子の実現が期待されている(例えば、特開平8-239655号公報、特開平7-138561号公報、特開平3-200289号公報等)。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】最近では、高輝度、長寿命の有機EL素子が開示あるいは報告されているが、未だ必ずしも十分なものとはいえない。したがって、高性能を示す材料開発が強く求められている。本発明の目的は、高輝度の有機EL素子を提供することにある。

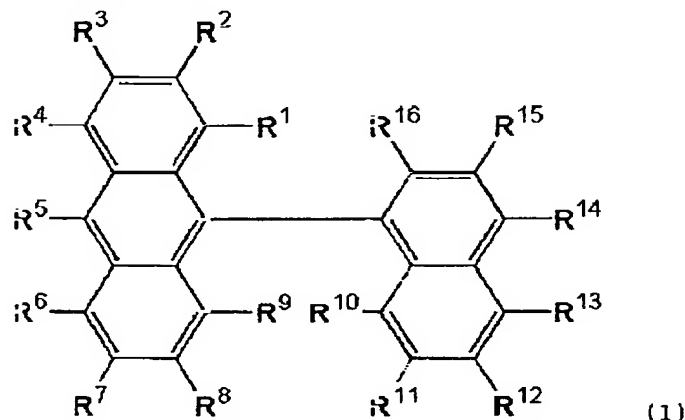
【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意検討した結果、特定のナフチラントラセン化合物を発光材料として用いて作製した有機EL素子は、従来よりも高輝度で発光することを見いだした。また、前記材料は高いキャリア輸送性を有することがわかり、前記材料を正孔輸送材料、又は電子輸送材料として作製した有機EL素子、及び前記材料と他の正孔輸送材料あるいは電子輸送材料との混合薄膜を用いて作製した有機EL素子は、従来よりも高輝度発光を示すことを見だし、本発明に至った。

【0007】さらに、前記ナフチラントラセン化合物の中でも、ジアーリルアミノ基を置換基に有するものを

発光材料、正孔輸送材料、電子輸送材料として用いて作製した有機EL素子は、特に高い輝度の発光が得られることを見出した。また、ジアリールアミノ基を置換基に有するナフチルアントラセン化合物の中でも、アリール基がスチリル基を置換基として有するものを発光材料、正孔輸送材料、電子輸送材料として用いて作製した有機EL素子は、特に高い輝度の発光が得られることを見出し、本発明に至った。

【0008】したがって、本発明は、下記(A)～



(1)

(式中、 $R^1 \sim R^{16}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、又は、カルボキシル基を表す。 $R^1 \sim R^{16}$ は、それらの内の2つで環を形成していてもよい。)

(1)の有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

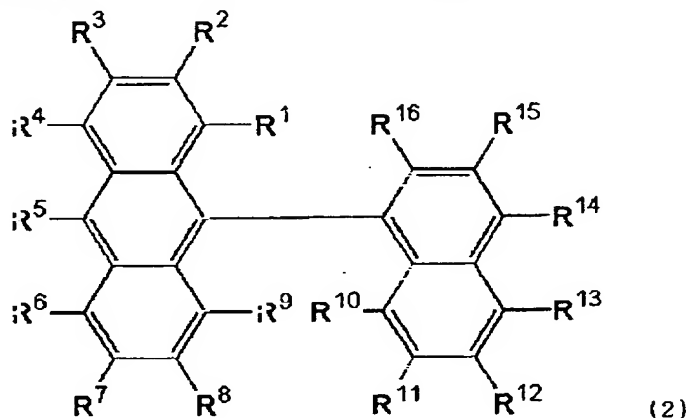
(A)陽極と陰極間に発光層を含む一層又は複数層の有機薄膜層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記有機薄膜層の少なくとも一層が、下記一般式(1)で示される化合物を単独又は混合物で含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化3】

ル基、又は、カルボキシル基を表す。 $R^1 \sim R^{16}$ は、それらの内の2つで環を形成していてもよい。)

【0009】(B)陽極と陰極間に発光層を含む一層又は複数層の有機薄膜層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記有機薄膜層の少なくとも一層が、下記一般式(2)で示される化合物を単独又は混合物で含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化4】



(2)

(式中、 $R^1 \sim R^{16}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリール

ルオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、又は、カルボキシル基を表す。 $R^1 \sim R^{16}$ は、それらの内の2つで環を形成していてもよい。ただし、 $R^1 \sim R^{16}$ の内の少なくとも一つは、 $-NAr^1Ar^2$ (Ar^1 , Ar^2 はそれぞれ独立に置換若しくは無置換の炭素数6～20のアリール基を表す。)で表されるジアリールアミノ基である。

【0010】(C)一般式(2)で示される化合物におい

て、少なくとも一つの $-NAr^1Ar^2$ 基中の Ar^1 、 Ar^2 基の少なくとも一つがスチリル基を置換基として持つ(B)の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0011】(D)前記有機薄膜層のうち発光層が一般式(1)で表される化合物を単独又は混合物で含む(A)の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0012】(E)前記有機薄膜層のうち発光層が一般式(2)で表される化合物を単独又は混合物で含む(B)の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0013】(F)前記有機薄膜層のうち発光層が、一般式(2)で表される化合物の内、少なくとも一つの $-NAr^1Ar^2$ 基中の Ar^1 、 Ar^2 基の少なくとも一つがスチリル基を置換基として持つ化合物を単独又は混合物で含む(C)の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0014】(G)前記有機薄膜層として少なくとも正孔輸送層を有し、この正孔輸送層が一般式(1)で表される化合物を単独又は混合物で含む(A)の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0015】(H)前記有機薄膜層として少なくとも正孔輸送層を有し、この正孔輸送層が一般式(2)で表される化合物を単独又は混合物で含む(B)の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0016】(I)前記有機薄膜層として少なくとも正孔輸送層を有し、この正孔輸送層が、一般式(2)で表される化合物の内、少なくとも一つの $-NAr^1Ar^2$ 基中の Ar^1 、 Ar^2 基の少なくとも一つがスチリル基を置換基として持つ化合物を単独又は混合物で含む(C)の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0017】(J)前記有機薄膜層として少なくとも電子輸送層を有し、この電子輸送層が一般式(1)で表される化合物を単独又は混合物で含む(A)の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0018】(K)前記有機薄膜層として少なくとも電子輸送層を有し、この電子輸送層が一般式(2)で表される化合物を単独又は混合物で含む(B)の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0019】(L)前記有機薄膜層として少なくとも電子輸送層を有し、この電子輸送層が、一般式(2)で表される化合物の内、少なくとも一つの $-NAr^1Ar^2$ 基中の Ar^1 、 Ar^2 基の少なくとも一つがスチリル基を置換基として持つ化合物を単独又は混合物で含む(C)の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。本発明に用いるナフチルアントラセン化合物は、一般式(1)で表される構造を有する化合物である。式(1)において、 $R^1 \sim R^{16}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換

若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、又は、カルボキシル基を表す。 $R^1 \sim R^{16}$ は、それらの内の2つで環を形成していてもよい。

【0021】ハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素が挙げられる。

【0022】置換又は無置換のアミノ基は $-NX^1X^2$ と表され、 X^1 、 X^2 の例としてはそれぞれ独立に、水素原子、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクタチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、

【0023】クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1-ブromoエチル基、2-ブromoエチル基、2-ブromoイソブチル基、1, 2-ジブromoエチル基、1, 3-ジブromoイソプロピル基、2, 3-ジブromo-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、

【0024】アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基、

【0025】フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9

ーフェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、4-スチリルフェニル基、1-ビレニル基、2-ビレニル基、4-ビレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-ト-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-ト-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、

【0026】2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、

【0027】2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、

【0028】1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-

イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、

【0029】1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、

【0030】1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-ト-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル

基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基等が挙げられる。

【0031】置換又は無置換のアルキル基の例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、

【0032】ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【0033】置換又は無置換のアルケニル基の例としては、ビニル基、アリル基、1-ブテニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、1, 3-ブタンジエニル基、1-メチルビニル基、スチリル基、2, 2-ジフェニルビニル基、1, 2-ジフェニルビニル基、1-メチルアリル基、1, 1-ジメチルアリル基、2-メチルアリル基、1-フェニルアリル基、2-フェニルアリル基、3-フェニルアリル基、3, 3-ジフェニルアリル基、1, 2-ジメチルアリル基、1-フェニル-1-ブテニ

ル基、3-フェニル-1-ブテニル基等が挙げられる。

【0034】置換又は無置換のシクロアルキル基の例としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

【0035】置換又は無置換のアルコキシ基は、-OYで表される基であり、Yの例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、

【0036】ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【0037】置換又は無置換の芳香族炭化水素基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ビレニル基、2-ビレニル基、4-ビレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-タ

ーフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-ト-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニル基、4"-ト-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基等が挙げられる。

【0038】置換又は無置換の芳香族複素環基の例としては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、

【0039】2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、

【0040】1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1,

8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、

【0041】1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、

【0042】1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-ト-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-

インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-トープチル1-インドリル基、4-トープチル1-インドリル基、2-トープチル-3-インドリル基、4-トープチル-3-インドリル基等が挙げられる。

【0043】置換又は無置換のアラルキル基の例としては、ベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニル-トープチル基、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -ナフチルイソプロピル基、1-ピロリルメチル基、2-(1-ピロリル)エチル基、p-メチルベンジル基、m-メチルベンジル基、o-メチルベンジル基、p-クロロベンジル基、m-クロロベンジル基、o-クロロベンジル基、p-ブロモベンジル基、m-ブロモベンジル基、o-ブロモベンジル基、p-ヨードベンジル基、m-ヨードベンジル基、o-ヨードベンジル基、

【0044】p-ヒドロキシベンジル基、m-ヒドロキシベンジル基、o-ヒドロキシベンジル基、p-アミノベンジル基、m-アミノベンジル基、o-アミノベンジル基、p-ニトロベンジル基、m-ニトロベンジル基、o-ニトロベンジル基、p-シアノベンジル基、m-シアノベンジル基、o-シアノベンジル基、1-ヒドロキシ-2-フェニルイソプロピル基、1-クロロ-2-フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

【0045】置換又は無置換のアリールオキシ基は、-OZと表され、Zの例としてはフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、

【0046】o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-トープチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-トープチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル

基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、

【0047】2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、

【0048】1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、

【0049】1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、

2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、

【0050】1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-トープチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-トープチル-1-インドリル基、4-トープチル-1-インドリル基、2-トープチル-3-インドリル基、4-トープチル-3-インドリル基等が挙げられる。

【0051】置換又は無置換のアルコキシカルボニル基は-COOYと表され、Yの例としてはメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、トープチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシトープチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、

1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロトープチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1-ブromoエチル基、2-ブromoエチル基、2-ブromoイソブチル基、1, 2-ジブromoエチル基、1, 3-ジブromoイソプロピル基、2, 3-ジブromoトープチル基、1, 2, 3-トリブromoプロピル基、

【0052】ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨードトープチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノトープチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノトープチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロトープチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【0053】また、環を形成する2価基の例としては、テトラメチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、ジフェニルメタン-2, 2'-ジイル基、ジフェニルエタン-3, 3'-ジイル基、ジフェニルプロパン-4, 4'-ジイル基等が挙げられる。

【0054】本発明で用いる化合物の内、一般式(2)で表される構造を有する化合物は、 $R^1 \sim R^{16}$ の内の少なくとも一つが、 $-NAr^1Ar^2$ (Ar^1, Ar^2 はそれぞれ独立に置換若しくは無置換の炭素数6~20のアリール基を表す。)で表されるジアリールアミノ基である。他の $R^1 \sim R^{16}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、置換若しくは無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、置換若しくは無置換のアルキル基、置換若しくは無置換のアルケニル基、置換若しくは無置換のシクロアルキル基、置換若しくは無置換のアルコキシ基、置換若しくは無置換の芳香族炭化水素基、置換若しくは無置換の芳香族複素環基、置換若しくは無置換のアラルキル基、置換若しくは無置換のアリールオキシ基、置換若しくは無置換のアルコキシカルボニル基、又は、カルボキシル基である。 $R^1 \sim R^{16}$ は、それらの内の2つで環を形成していてもよい。

【0055】一般式(2)で表される化合物において、前記炭素数6~20のアリール基としては、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、ナフタセニル基、ピレニル基等が挙げられる。また、これらアリール基の置換基の例としては、ハロゲン原子、ヒドロ

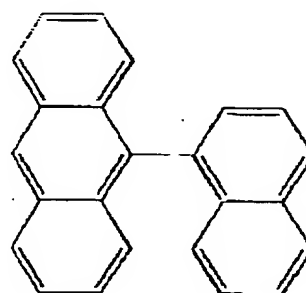
キシル基、前記の置換又は無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、前記の置換又は無置換のアルキル基、前記の置換又は無置換のアルケニル基、前記の置換又は無置換のシクロアルキル基、前記の置換又は無置換のアルコキシ基、前記の置換又は無置換の芳香族炭化水素基、前記の置換又は無置換の芳香族複素環基、前記の置換又は無置換のアラルキル基、前記の置換又は無置換のアリールオキシ基、前記の置換又は無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基が挙げられる。

【0056】また、 Ar^1 、 Ar^2 が置換基として有するスチリル基の例としては、無置換のスチリル基、2,2-ジフェニルビニル基の他、末端のフェニル基の置換基として、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、前記の置換又は無置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、前記の置換又は無置換のアルキル基、前記の置換又は無置換のアルケニル基、前記の置換又は無置換のシクロアルキル基、前記の置換又は無置換のアルコキシ基、前記の置換又は無置換の芳香族炭化水素基、前記の置換又は無置換の芳香族複素環基、前記の置換又は無置換のアラルキル基、

前記の置換又は無置換のアリールオキシ基、前記の置換又は無置換のアルコキシカルボニル基、カルボキシル基等を有する置換スチリル基および置換2,2-ジフェニルビニル基等が挙げられる。

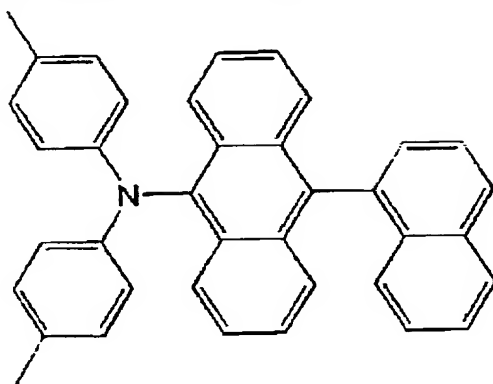
【0057】以下に本発明に用いるナフチルアントラセン化合物の具体例を挙げるが、該化合物はこれらに限定されるものではない。

【化5】



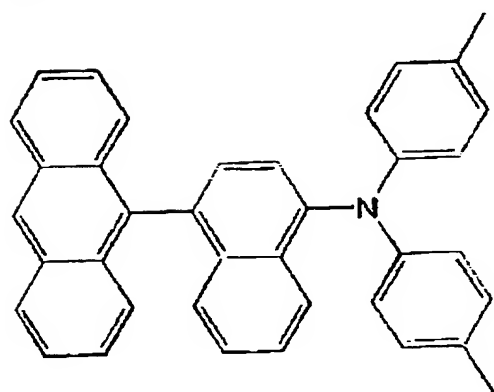
(3)

【化6】



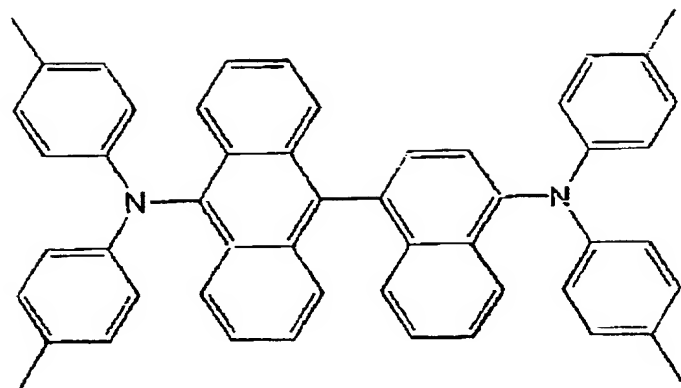
(4)

【化7】



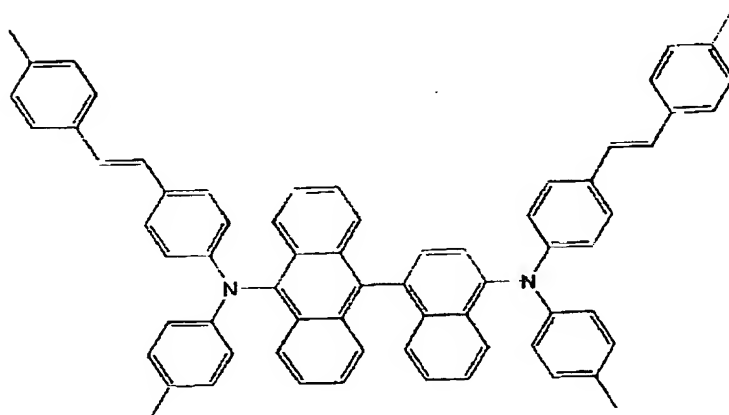
(5)

【化8】



(6)

【化9】

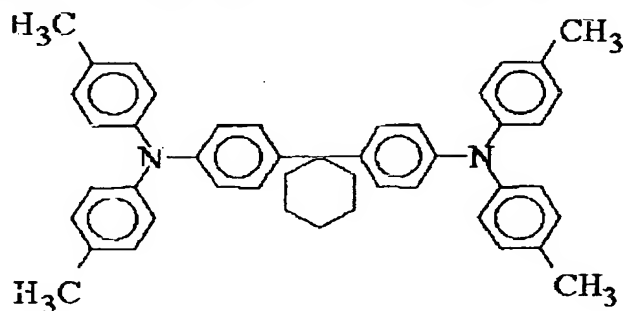


(7)

【0058】本発明に係る有機EL素子の素子構造は、電極間に有機層を1層あるいは2層以上積層した構造であり、その例として、図1に示すような陽極2、発光層4、陰極6からなる構造、図2に示すような陽極2、正孔輸送層3、発光層4、電子輸送層5、陰極6からなる構造、図3に示すような陽極2、正孔輸送層3、発光層4、陰極6からなる構造、図4に示すような陽極2、発光層4、電子輸送層5、陰極6からなる構造等の構造が挙げられる。なお、図1～4において1は基板を示す。前述したナフチルアントラセン化合物は上記のどの有機層に用いられてもよく、他の正孔輸送材料、発光材料、電子輸送材料にドーピングさせることも可能である。

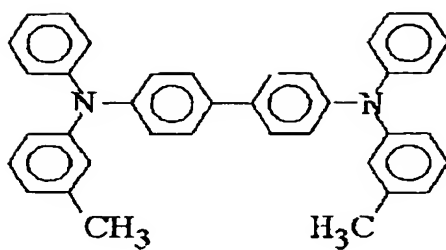
【0059】本発明に用いられる正孔輸送材料は特に限定されず、正孔輸送材として通常使用されている化合物であれば何を使用してもよい。正孔輸送材料の具体例としては、例えば、下記のビス(ジ(p-トリル)アミノフェニル)-1,1'-シクロヘキサン[01]、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン[02]、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン[03]等のトリフェニルジアミン類や、スターバースト型分子([04]～[06]等)等が挙げられる。

【化10】



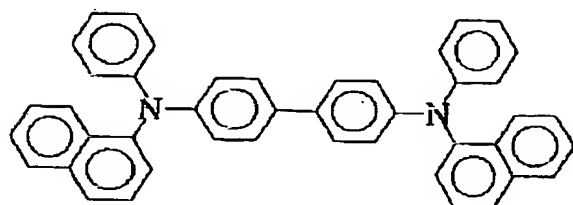
[01]

【化11】



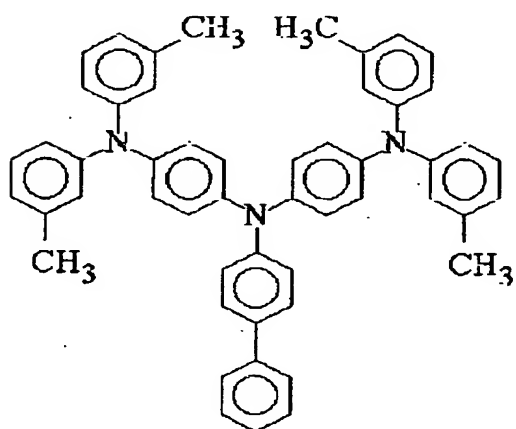
[02]

【化12】



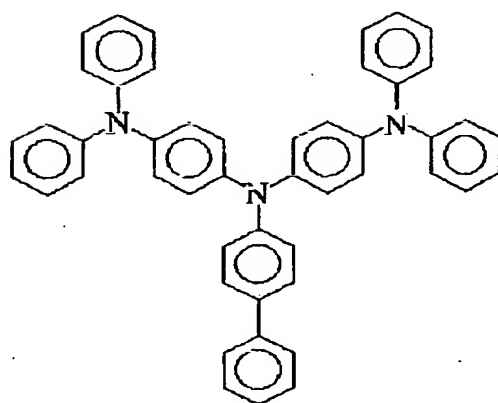
[03]

【化13】



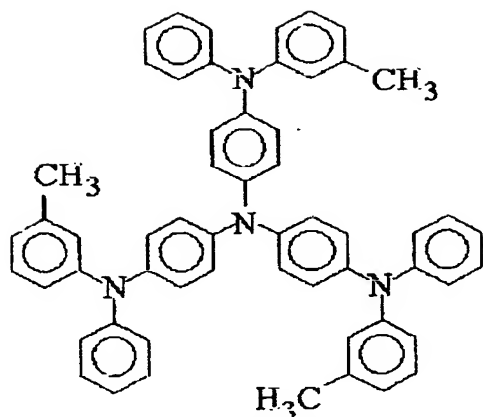
[04]

【化14】



[05]

【化15】

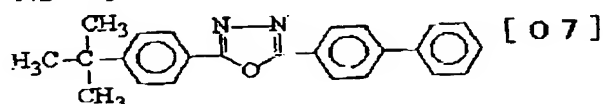


[06]

【0060】本発明に用いられる電子輸送材料は特に限定されず、電子輸送材として通常使用されている化合物であれば何を使用してもよい。電子輸送材料の具体例としては、例えば、2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール【07】、ビス{2-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール}-m-フェニレン【08】等のオキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体

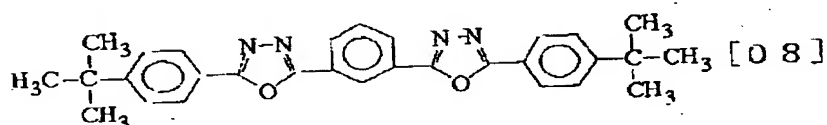
(【09】、【10】等)、キノリノール系の金属錯体(【11】～【14】等)が挙げられる。

【化16】



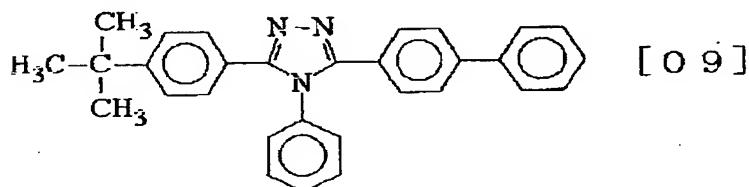
[07]

【化17】



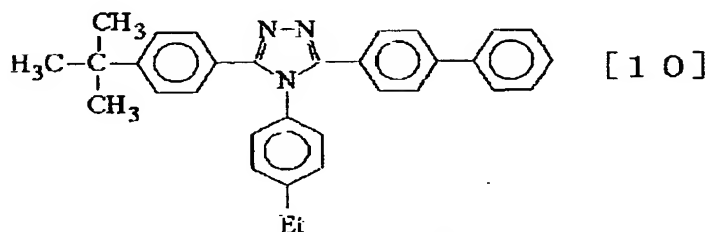
[08]

【化18】



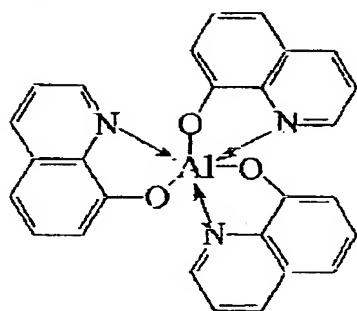
[09]

【化19】



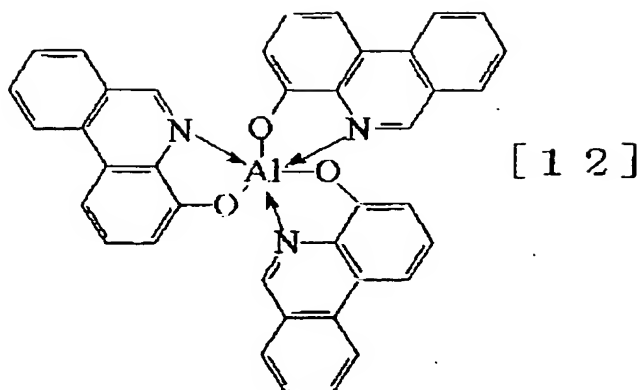
[10]

【化20】

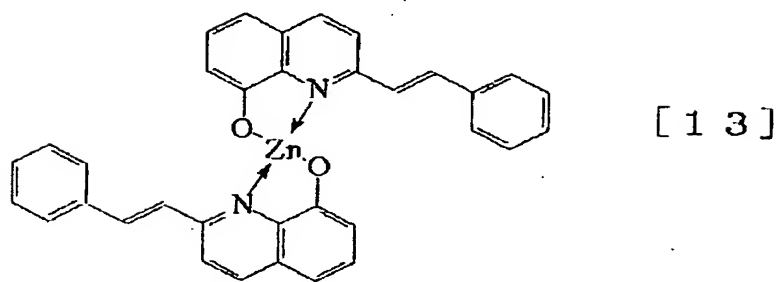


[11]

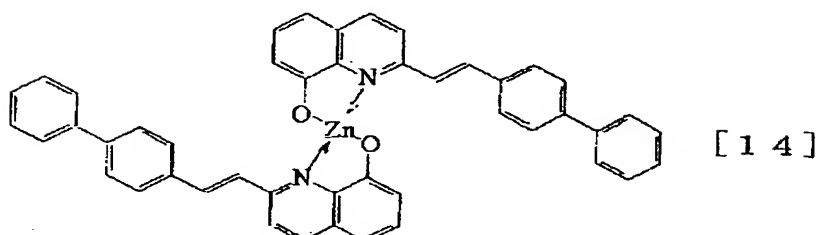
【化21】



【化22】



【化23】



【0061】有機薄膜EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送層に注入する役割を担うものであり、4.5eV以上の仕事関数を有することが効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金（ITO）、酸化錫（NE-SA）、金、銀、白金、銅等が挙げられる。また、陰極としては、電子輸送層又は発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましい。陰極材料は特に限定されないが、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム-リチウム合金、マグネシウム-銀合金等を使用できる。

【0062】本発明の有機EL素子の各層の形成方法は特に限定されず、例えば従来公知の真空蒸着法、スピコーティング法等による形成方法を用いることができる。本発明の有機EL素子に用いる、前記一般式（1）及び（2）で示される化合物を含有する有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法（MBE法）あるいは溶媒に溶かした溶液のディッピング法、スピコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

【0063】本発明の有機EL素子の各有機層の膜厚は特に制限されないが、一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常は数nmから1μmの範囲が好ましい。

【0064】

【実施例】以下、本発明を実施例をもとに詳細に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り、以下の実施例に限定されない。

【0065】（合成例1）化合物（3）：（9-α-ナフチルアントラセン）の合成

1-ブロモナフタレンとマグネシウムからジエチルエーテル中、不活性雰囲気下においてグリニャール試薬を調製し、これを9-アントロンと反応させた。これを塩酸で処理した後、常法に従って精製し、目的の9-α-ナフチルアントラセンを得た。

【0066】（合成例2）化合物（4）：（10-ジポートリルアミノ-9-α-ナフチルアントラセン）の合成

9-α-ナフチルアントラセンと1当量のN-ブロモスクシンイミドとクロロホルムをフラスコに入れ、一昼夜撹拌した。反応液をろ過し、ろ液をアルミナを詰めた

カラムに通した。得られた溶液からクロロホルムを減圧留去した後、石油エーテルを用いて再結晶を行い、10-クロロ-9- α -ナフチルアントラセンを得た。次いで、10-クロロ-9- α -ナフチルアントラセン、1当量のジ-*p*-トリルアミン、1当量の炭酸カリウム、銅粉末及びニトロベンゼンを三ツ口フラスコに入れ、200℃で30時間撹拌した。反応終了後、トルエンを加えてろ過して無機物を除いた。トルエン及びニトロベンゼンを減圧下で留去し、残さをトルエンとリグロインの1:2混合溶媒を用いてシリカゲルカラムにて分離精製して10-ジフェニルアミノ-9- α -ナフチルアントラセンを得た。

【0067】(合成例3)化合物(5): (9-(4-ジ-*p*-トリルアミノ-1-ナフチル)アントラセン)の合成

1-ブromoナフタレンの代わりに、1-クロロ-4-ブromoナフタレンを用いる他は、合成例1と同様にして、9-(4-クロロ-1-ナフチル)アントラセンを得た。9-(4-クロロ-1-ナフチル)アントラセン、1当量のジ-*p*-トリルアミン、1当量の炭酸カリウム、銅粉末及びニトロベンゼンを三ツ口フラスコに入れ、200℃で30時間撹拌した。反応終了後、トルエンを加えてろ過して無機物を除いた。トルエン及びニトロベンゼンを減圧下で留去し、残さをトルエンとリグロインの1:2混合溶媒を用いてシリカゲルカラムにて分離精製して(9-(4-ジ-*p*-トリルアミノ-1-ナフチル)アントラセン)を得た。

【0068】(合成例4)化合物(6): (10-ジ-*p*-トリルアミノ-9-(4-ジ-*p*-トリルアミノ-1-ナフチル)アントラセン)の合成

N-ブromosクシニミドとジ-*p*-トリルアミンをそれぞれ2当量用いる他は、合成例2と同様の手法を用いて、目的とする10-ジ-*p*-トリルアミノ-9-(4-ジ-*p*-トリルアミノ-1-ナフチル)アントラセンを得た。

【0069】(合成例5)化合物(7): (10-N-(*p*-トリルビニルフェニル)-N-*p*-トリルアミノ-9-(4-N-(*p*-トリルビニルフェニル)-N-*p*-トリルアミノ-1-ナフチル)アントラセン)の合成

ジ-*p*-トリルアミンの代わりに*p*-トリルフェニルアミンを用いる他は、合成例4と同様の手法により、10-N-フェニル-N-*p*-トリルアミノ-9-(4-N-フェニル-N-*p*-トリルアミノ-1-ナフチル)アントラセンを得た。次いで10-N-フェニル-N-*p*-トリルアミノ-9-(4-N-フェニル-N-*p*-トリルアミノ-1-ナフチル)アントラセンをトルエンに溶解させ、これにオキシ塩化リンを加えて室温で撹拌した。これにN-メチルホルムアニドを滴下し、50℃で5時間撹拌した。反応終了後冷水にゆっくり注

ぎ、分液ロートに移してトルエン層を水で中性になるまで数回洗浄した。硫酸マグネシウムで乾燥後溶媒を留去して10-N-(*p*-ホルミルフェニル)-N-*p*-トリルアミノ-9-(4-N-(*p*-ホルミルフェニル)-N-*p*-トリルアミノ-1-ナフチル)アントラセンを合成した。次いでジメチルスルホキシドに4-メチルベンジルホスホン酸ジエチルと水素化ナトリウムを加え、撹拌した。これに10-N-(*p*-ホルミルフェニル)-N-*p*-トリルアミノ-9-(4-N-(*p*-ホルミルフェニル)-N-*p*-トリルアミノ-1-ナフチル)アントラセンのジメチルスルホキシド溶液を滴下し50℃で3時間撹拌した。反応終了後、反応溶液を氷水に注ぎ、酸を加えて中和し、酢酸エチルで抽出した。溶媒を減圧除去した後、クロロホルムを展開溶媒としたシリカゲルカラムクロマトグラフィーにより分離し、エタノールから再結晶して10-N-(*p*-トリルビニルフェニル)-N-*p*-トリルアミノ-9-(4-N-(*p*-トリルビニルフェニル)-N-*p*-トリルアミノ-1-ナフチル)アントラセンを得た。

【0070】以下、本発明の化合物を発光層(実施例1~11)、正孔輸送材料との混合薄膜を発光層(実施例12~14)、電子輸送材料との混合薄膜を発光層(実施例15~16)、正孔輸送層(実施例17~21)、及び、電子輸送層(実施例22~26)として用いた例を示す。

【0071】(実施例1)実施例1に用いた素子の断面構造を図1に示す。以下に本発明の実施例1に用いる有機薄膜EL素子の作製手順について説明する。素子は陽極2/発光層4/陰極6により構成されている。ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が20 Ω /□になるように製膜し、陽極とした。その上に発光層として、化合物(3)を真空蒸着法にて40nm形成した。次に陰極としてマグネシウム-銀合金を真空蒸着法にて200nm形成して有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、20cd/m²の発光が得られた。

【0072】(実施例2)発光材料として、化合物(4)を用いる以外は実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、100cd/m²の発光が得られた。

【0073】(実施例3)発光材料として、化合物(5)を用いる以外は実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、110cd/m²の発光が得られた。

【0074】(実施例4)発光材料として、化合物(6)を用いる以外は実施例1と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、400cd/m²の発光が得られた。

【0075】(実施例5)発光材料として、化合物(7)を用いる以外は実施例1と同様の操作を行い、有

機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、 600cd/m^2 の発光が得られた。

【0076】(実施例6) ガラス基板上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極とした。その上に化合物(7)のクロロホルム溶液を用いたスピンコート法により 40nm の発光層を形成した。次に陰極としてマグネシウム-銀合金を真空蒸着法により 200nm 形成して有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を5V印加したところ、 120cd/m^2 の発光が得られた。

【0077】(実施例7) 実施例7に用いた素子の断面構造を図2に示す。素子は陽極2/正孔輸送層3/発光層4/電子輸送層5/陰極6により構成されている。ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極とした。その上に正孔輸送層として、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン[02]を真空蒸着法にて 50nm 形成した。次に、発光層として、化合物(3)を真空蒸着法にて 40nm 形成した。次に、電子輸送層として2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール[07]を真空蒸着法にて 20nm 形成した。次に陰極としてマグネシウム-銀合金を真空蒸着法によって 200nm 形成して有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 800cd/m^2 の発光が得られた。

【0078】(実施例8) 発光材料として、化合物(4)を用いる以外は実施例7と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 1800cd/m^2 の発光が得られた。

【0079】(実施例9) 正孔輸送層としてN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン[03]を、電子輸送層としてビス[2-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール]-m-フェニレン[08]を用いる以外は実施例7と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 1300cd/m^2 の発光が得られた。

【0080】(実施例10) 正孔輸送層として化合物[04]を、発光層として化合物(5)を、電子輸送層として化合物[11]を用いる以外は実施例7と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 2000cd/m^2 の発光が得られた。

【0081】(実施例11) 正孔輸送層として化合物[05]を、発光層として化合物(7)を、電子輸送層として化合物[12]を用いる以外は実施例7と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 6000cd/m^2 の発

光が得られた。

【0082】(実施例12) 実施例12に用いた素子の断面構造を図4に示す。素子は陽極2/発光層4/電子輸送層5/陰極6により構成されている。ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極とした。その上に発光層としてN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン[03]と化合物(3)を1:10の重量比で共蒸着して作製した薄膜を 50nm 形成した。次いで電子輸送層として化合物[09]を真空蒸着法にて 50nm 形成した。次に陰極としてマグネシウム-銀合金を 200nm 形成してEL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 970cd/m^2 の発光が得られた。

【0083】(実施例13) 化合物(3)の代わりに化合物(4)を用いる以外は実施例12と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 2200cd/m^2 の発光が得られた。

【0084】(実施例14) ガラス基板上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極とした。その上に化合物(7)とN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン[03]をモル比で1:10の割合で含有するクロロホルム溶液を用いたスピンコート法により 40nm の発光層を形成した。次に化合物[10]を真空蒸着法により 50nm の電子輸送層を形成し、その上に陰極としてマグネシウム-銀合金を真空蒸着法により 200nm 形成して有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 1300cd/m^2 の発光が得られた。

【0085】(実施例15) 実施例15に用いた素子の断面構造を図3に示す。素子は陽極2/正孔輸送層3/発光層4/陰極6により構成されている。ガラス基板1上にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように製膜し、陽極とした。その上に正孔輸送層としてN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン[03]を真空蒸着法にて 50nm 形成した。次に、発光層として化合物[11]と化合物(3)とを20:1の重量比で真空共蒸着した膜を 50nm 形成した。次に陰極としてマグネシウム-銀合金を 200nm 形成してEL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、 1150cd/m^2 の発光が得られた。

【0086】(実施例16) 発光層として、化合物[11]と化合物(4)とを20:1の重量比で真空共蒸着した 50nm の膜を用いる以外は実施例15と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電

圧を10V印加したところ、2100cd/m²の発光が得られた。

【0087】(実施例17) 正孔輸送層としてN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン[02]を、発光層として化合物[13]と化合物(7)とを20:1の重量比で真空共蒸着して作製した膜を用いる以外は実施例15と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、3000cd/m²の発光が得られた。

【0088】(実施例18) 正孔輸送層として化合物(4)を、発光層として化合物[13]を用いる以外は実施例7と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、800cd/m²の発光が得られた。

【0089】(実施例19) 正孔輸送材料として、化合物(5)を用いる以外は実施例18と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、930cd/m²の発光が得られた。

【0090】(実施例20) 正孔輸送材料として、化合物(6)を用いる以外は実施例18と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1300cd/m²の発光が得られた。

【0091】(実施例21) 正孔輸送材料として、化合物(7)を用いる以外は実施例18と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、1800cd/m²の発光が得られた。

【0092】(実施例22) 正孔輸送層としてN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン[03]を、発光層として化合物[13]を、電子輸送層として化合物(3)を用いる以外は実施例7と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、890cd/m²の発光が得られた。

【0093】(実施例23) 電子輸送層として、化合物(4)を用いる以外は実施例22と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、700cd/m²の発光が得られた。

【0094】(実施例24) 電子輸送層として、化合物(5)を用いる以外は実施例22と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、680cd/m²の発光が得られた。

【0095】(実施例25) 電子輸送層として、化合物(6)を用いる以外は実施例22と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、500cd/m²の発光が得られた。

【0096】(実施例26) 電子輸送層として、化合物(7)を用いる以外は実施例22と同様の操作を行い、有機EL素子を作製した。この素子に直流電圧を10V印加したところ、400cd/m²の発光が得られた。

【0097】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明の有機EL素子は、特定のナフチルアントラセン化合物を構成材料とすることにより、従来に比べて高輝度な発光が得られ、本発明の効果は大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る有機EL素子の一例の断面図である。

【図2】本発明に係る有機EL素子の一例の断面図である。

【図3】本発明に係る有機EL素子の一例の断面図である。

【図4】本発明に係る有機EL素子の一例の断面図である。

【符号の説明】

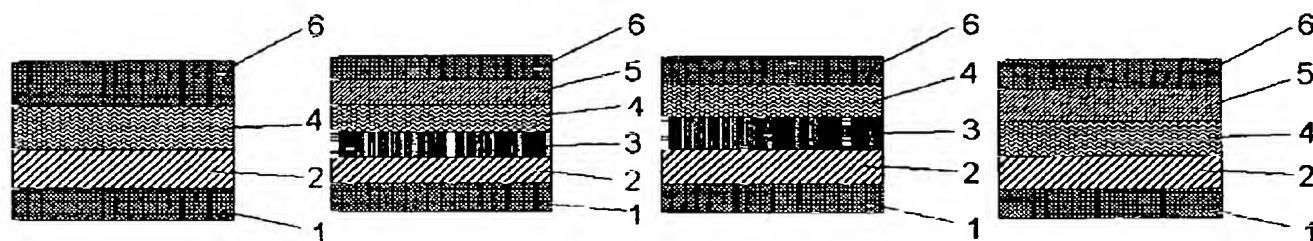
- 1 基板
- 2 陽極
- 3 正孔輸送層
- 4 発光層
- 5 電子輸送層
- 6 陰極

【図1】

【図2】

【図3】

【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

H 0 5 B 33/22

H 0 5 B 33/22

D

B

特許請求の範囲

THIS PAGE BLANK (USPTO)